

**ANALISIS SISTEM PENGAMAN SURJA PETIR SALURAN
UDARA TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG
KBL 09 (STUDI KASUS)**



SKRIPSI

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

WIDIANTO

1203030012

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang diajukan oleh :

Nama : Widiyanto

Nim : 1203030012

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul : Analisis Sistem Pengaman Surja Petir Saluran


Udara Tegangan Menengah Pada Penyulang KBL


09 (Studi Kasus)

Telah diterima dan disetujui
Purwokerto,.....Januari 2017

Pembimbing I

Pembimbing II


Winarso, S.T.,M.Eng


Latiful Hayat, S.T.,M.T

NIP. 2160311

NIP. 2160468

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang diajukan oleh :

Nama : **Widianto**

Nim : **1203030012**

Program Studi : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**

Perguruan Tinggi : **Universitas Muhammadiyah Purwokerto**

Judul : **Analisis Sistem Pengaman Surja Peir Saluran
Udara Tegangan Menengah Pada Penyulang KBL
09 (Studi Kasus)**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : **M. Taufiq Tamam, S.T.,M.T**
NIK. 2160223

Penguji 2 : **Arif Johar T, S.T.,M.T**
NIK. 2160293

Penguji 3 : **Winarso, S.T.,M.Eng**
NIK.2160311

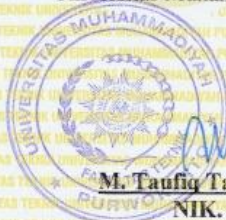
Ditetapkan di : Purwokerto

Tanggal :

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Purwokerto



M. Taufiq Tamam, S.T.,M.T
NIK. 2160223

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widiyanto

NIM : 1203030012

Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri (ASLI) bukan hasil penjiplakan dari hasil karya orang lain dan tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di Institusi Pendidikan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan maka saya bersedia mempertanggungjawabkan Sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, Januari 2017

Yang menyatakan



Widiyanto
1203030012

ABSTRAK
ANALISIS SISTEM PENGAMAN SURJA PETIR SALURAN UDARA
TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG
KBL 09 (STUDI KASUS)

Widianto

Gangguan yang besar dalam sistem tenaga listrik terjadi di daerah penyaluran (transmisi dan distribusi). Diantara sekian banyak gangguan yang terjadi, petir merupakan salah satu penyebabnya. Letak Indonesia pada daerah khatulistiwa dengan iklim tropis dan kelembaban yang tinggi, sehingga menyebabkan kerapatan sambaran petir di Indonesia tinggi. Salah satu aset jaringan PT. PLN (PERSERO) Area Purwokerto yang sering mengalami gangguan petir adalah penyulang KBL 09 terutama di zona 3. Permasalahan di atas perlu dikaji sehingga dapat ditentukan sistem proteksi terhadap gangguan petir pada penyulang KBL 09 zone 3 secara efektif agar sistem proteksi dan kehandalan pelayanan menjadi lebih baik, dan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut secara ekonomis dan efisien. Berdasarkan dari hasil perhitungan arrester, untuk arrester yang digunakan di lapangan yaitu dengan spesifikasi rating tegangan 18 kV dan arus 5 kA, diharapkan arrester bisa meminimalisir gangguan sambaran induksi. Hasil yang diperoleh setelah melakukan simulasi menggunakan ATP Draw, arrester dapat mereduksi tegangan yang cukup besar dengan cepat dengan jarak 200-300 m dari gangguan dan durasi waktu 1,2-5 ms. Dari simulasi juga diperoleh dengan pemasangan arrester semakin dekat dengan peralatan maka akan semakin baik karena waktu pengamanan terhadap tegangan lebih surja petir akan semakin cepat.

Kata kunci : *Petir, Penyulang KBL 09, Arrester, ATP Draw*

ABSTRACT
**LIGHTNING SURGE SAFETY SYSTEM ANALYSIS AT MEDIUM
VOLTAGE OVERHEAD POWER LINE TRANSMISSION KBL 9 FEEDER
(STUDY CASE)**

Widianto

The big problem of electrical system happened in the distribution territory (transmission & distribution). Among the many problems that occur, storm is the one of the causes. Indonesia is on the equator line which the tropical weather and the high humidity cause the high strike density of the storm. Overhead powerline networking of PT. PLN (Persero) which is oftenly had the storm problem is KBL 09 feeder especially in the zone 3. The problems of the protection system towards the lightning disturbances of KBL 09 feeder zone 3 need to be analyzed so the reliable protection system will be better, economically and efficient. Based on the arrester measurement result, arresters' specification that used in the field are 18 kV and 5 kA. Hopefully the arrester can minimize the induction stroke interruption. From the result of the simulation using ATP Draw, arrester can reduce the high voltage strike quickly in the distance of 200-300 m in 1,2-5 ms. From the simulation can be concluded that the closer arrester to tools the attenuation will be better while time interruption towards high voltage caused by lightning strike will be shortly.

Keywords: *Lightning, Feeder KBL. 09, Arrester, ATP Draw*

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, para sahabat, keluarga serta umatnya hingga akhir zaman.

Dengan judul laporan tugas akhir “ANALISIS SISTEM PENGAMAN SURJA PETIR SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG KBL 09 (STUDI KASUS)” ini, penulis memenuhi salah satu syarat akademis guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Selain itu juga berguna untuk memberikan informasi khususnya berkenaan dengan pengaman dari gangguan surja petir kepada mahasiswa maupun pihak lain setelah membaca laporan penelitian ini, serta akan bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga diharapkan adanya penelitian lebih lanjut.

Dengan rendah hati penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dari tahap persiapan sehingga selesainya penulisan laporan ini dengan baik. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT atas umur yang barokah sehingga masih adanya kesempatan untuk melaksanakan penelitian dan menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Nabi Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat manusia di dunia ini tidak terkecuali saya.
3. Kedua orang tua dan keluarga yang tak pernah berhenti untuk memberikan semangat dan mendoakan selama skripsi dilaksanakan .
4. Bapak Winarso selaku ketua program studi serta dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan perhatian, saran, petunjuk serta arahan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan proses penyusunan skripsi.

5. Bapak Latiful Hayat sebagai Pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini.
6. Mas Imam, Mas Reza, dan Jagar Handanu selaku pembimbing Lapangan yang sabar membimbing dan memberikan ilmu baru kepada penulis.
7. Kepada seluruh teman-teman Teknik Elektro UMP angkatan 2012 yang tidak lelah untuk membantu dan memberikan dukungan.
8. Seluruh keluarga besar Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis baik dalam melaksanakan maupun dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Besar harapan penulis atas laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca pada umumnya. Saran serta kritik membangun sangat diperlukan untuk menghasilkan penelitian lebih lanjut.

Purwokerto, Januari 2017

Widianto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori.....	6
2.2 Tegangan Lebih.....	8
2.3 Tegangan Lebih Petir.....	8
2.3.1 Fenomena Petir.....	8

2.3.2	Tahapan Sambaran Petir ke Tanah.....	10
2.3.3	Jumlah Sambaran Petir ke Bumi	13
2.3.4	Impedansi Surja Saluran Udara Menengah.....	13
2.4	Sambaran Petir pada Saluran Distribusi.....	14
2.4.1	Sambaran Langsung	15
2.4.2	Sambaran Induksi.....	16
2.4.3	Induksi Petir Pada Saluran Jaringan Tegangan Menengah	18
2.5	Penggunaan Kawat Tanah Sebagai Penanggulangan Surja Petir.....	20
2.5.1	Pengaruh Kawat Tanah Terhadap Tegangan Induksi	20
2.6	<i>Arrester</i> Sebagai Penanggulangan Surja Petir	23
2.6.1	Pemilihan <i>Arrester</i>	29
2.6.2	Arus Pelepasan Nominal dan Arus Pelepasan Maksimum	30
2.6.3	Impedansi Surja.....	32
2.6.4	Tegangan Sistem	32
2.6.5	Tegangan Dasar <i>Arrester</i>	33
2.6.6	Tegangan Puncak Fasa ke Tanah	34
2.6.7	Puncak Gelombang Yang Akan Mencapai Lokasi <i>Arrester</i>	35
2.6.8	Karakteristik Pelepasan Tegangan <i>Arrester</i>	35
2.7	ATP-EMTP	36
2.7.1	Modul Terintegrasi Program ATP	37
2.7.2	Kemampuan Program ATP	38
2.7.3	Menu Dasar ATP-EMTP.....	39

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	42
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
3.2 Alat dan Bahan.....	42
3.3 Metode Penelitian.....	42
3.3.1 Tahap Persiapan.....	43
3.3.2 Tahap Penelitian.....	43
3.3.3 Tahap Analisis Data.....	43
3.3.4 Tahap Akhir.....	45
3.4 Alur Penelitian.....	46
3.5 Jadwal Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Definisi Umum.....	48
4.2 Spesifikasi Teknik Penyulang KBL 09.....	49
4.2.1 Tegangan Sistem.....	49
4.2.2 Wilayah Pasokan.....	49
4.2.3 Asal Pasokan Listrik.....	49
4.2.4 Sistem Pentanahan.....	49
4.2.5 Tingkat Isolasi Dasar.....	49
4.2.6 Jenis Isolator.....	50
4.2.7 <i>Arrester</i> Jaringan Pada Penyulang KBL 09.....	52
4.2.8 Transformator Distribusi.....	54
4.2.9 Jenis Tiang Penyulang.....	54
4.3 Data Gangguan.....	56

4.4	Data Tipikal Petir	58
4.5	Data Impedansi Kawat Penyulang KBL 09	58
4.6	Perhitungan Jumlah Gangguan	59
4.7	Pemilihan <i>Arrester</i>	66
4.7.1	Perhitungan Rating <i>Arrester</i>	66
4.8	Menentukan Dan Menghitung Jarak Pemasangan Antar <i>Arrester</i>	71
4.9	Analisa Simulasi	72
4.9.1	Sambaran petir pada program simulasi ATP Draw.....	72
4.9.2	Pengukuran sambaran petir	74
4.9.3	Pengukuran Sambaran Petir Setelah Dipasang <i>Arrester</i>	78
BAB V PENUTUP.....		88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fenomena terjadinya petir	10
Gambar 2.2 Model <i>Stepped Leader</i>	11
Gambar 2.3 Tahapan Sambaran Petir ke Tanah	12
Gambar 2.4 Lebar Bayang-bayang Listrik.....	17
Gambar 2.5 Induksi Petir pada Saluran Udara.....	18
Gambar 2.6 Pengaruh Kawat Tanah Terhadap Tegangan Induksi	21
Gambar 2.7 <i>Arrester</i> Ekspulsi.....	26
Gambar 2.8 <i>Arrester</i> Katup.....	27
Gambar 2.9 <i>Arrester</i> Seng Oksida	28
Gambar 2.10 Komponen Simulasi ATP Draw.....	40
Gambar 2.11 <i>Main Window</i> ATP.....	41
Gambar 2.12 Contoh Hasil Analisis Rangkaian	41
Gambar 4.1 PIN Post Insulator	50
Gambar 4.2 Isolator PIN	51
Gambar 4.3 Isolator Pos	52
Gambar 4.4 Grafik Gangguan PLN Area Purwokerto.....	56
Gambar 4.5 Konfigurasi Tiang SUTM	60
Gambar 4.6 Tampilan sambaran petir	72

Gambar 4.7 Amplitudo sambaran petir.....	73
Gambar 4.8 Pemodelan jalur distribusi pada KBL 09	74
Gambar 4.9 Amplitudo tegangan di probe 1 pada fasa R, S, dan T akibat sambaran petir	75
Gambar 4.10 Amplitudo tegangan di probe 2 pada fasa R, S, dan T akibat sambaran petir.....	76
Gambar 4.11 Amplitudo tegangan di probe 3 pada fasa R, S, dan T akibat sambaran petir.....	77
Gambar 4.12 Tegangan di probe 1 pada fasa R, S, dan T akibat sambaran setelah MOV bekerja	78
Gambar 4.13 Tegangan di probe 2 pada fasa R, S, dan T akibat sambaran setelah MOV bekerja	79
Gambar 4.14 Tegangan di probe 3 pada fasa R, S, dan T akibat sambaran setelah MOV bekerja	80
Gambar 4.15 Amplitudo pada probe 1 sebelum pemasangan <i>arrester</i>	83
Gambar 4.16 Amplitudo pada probe 1 setelah pemasangan <i>arrester</i>	83
Gambar 4.17 Amplitudo pada probe 2 sebelum pemasangan <i>arrester</i>	84
Gambar 4.18 Amplitudo pada probe 2 setelah pemasangan <i>arrester</i>	84
Gambar 4.19 Amplitudo pada probe 3 sebelum pemasangan <i>arrester</i>	86
Gambar 4.20 Amplitudo pada probe 6 setelah pemasangan <i>arrester</i>	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tegangan Kerja <i>Arrester</i>	30
Tabel 2.2 Arus Pelepasan Maksimum.....	31
Tabel 4.1 Data jumlah <i>Arrester</i> saluran yang terpasang pada penyulang KBL 09.....	53
Tabel 4.2 Data transformator distribusi	54
Tabel 4.3 Rekapitulasi Gangguan PMT 20 kV Trip di APJ Purwokerto Januari Hingga November 2015	56
Tabel 4.4 Tabel gangguan pada penyulang KBL 09 Februari-November 2015 ...	58
Tabel 4.5 Probabilitas Lompatan Api	62
Tabel 4.6 Hasil perhitungan impedansi dan factor perisaian	65
Tabel 4.7 TID (BIL peralatan sistem yang ditanahkan).....	69
Tabel 4.8 Perbandingan amplitudo pada fasa R, S, T sebelum dan setelah pemasangan <i>arrester</i>	82
Tabel 4.9 Perbandingan Tegangan Di Siklus Waktu 1,3 ms Dengan 3,0 ms.....	83